

# CAPÍTULO 4

<http://dx.doi.org/10.5935/1981-2965.2013B004.4>

## Interação Água-Ambiente

Arnaud Azevêdo Alves

Ronaldo de Oliveira Sales

Danielle Maria Machado Ribeiro Azevêdo

Abelardo Ribeiro de Azevêdo

Francisco de Assis Vasconcelos Arruda

### Introdução

A água é um nutriente importante, especialmente durante períodos de estresse térmico, em que suas propriedades físicas, a condutividade térmica e o calor latente de vaporização atuam na transferência de calor do corpo dos animais ao ambiente (NRC, 2001), cujo consumo está sujeito a marcantes efeitos de interação com o ambiente. Muitas estimativas das necessidades de água são baseadas no seu consumo sob condições à vontade (NRC, 1981a).

### Fontes de água

As necessidades de água dos animais são atendidas de três maneiras: (1) água metabólica, oriunda da oxidação de substratos orgânicos dos tecidos, (2) água contida nos alimentos ingeridos, e (3) água de bebida (BEEDE e COLLIER, 1986). O catabolismo de 1 kg de gordura, carboidrato ou proteína produz 1.190, 560 ou 450 g de água, respectivamente (NRC, 1981a). Apesar desta produção de água metabólica, o NRC (2001) a considera quantitativamente uma fonte insignificante em relação à água livre para bebida e a contida nos alimentos, embora o NRC (1981a) considere a água metabólica

importante durante os períodos de balanço energético negativo, quando os depósitos de tecidos adiposo e protéico estão sendo utilizados.

A água contida nos alimentos é bastante variável. Pode variar de menos de 8% em grãos secos a cerca de 90% em gramíneas no início do crescimento. Além disso, a quantidade de orvalho ou precipitação sobre as gramíneas no momento do pastejo é sujeita a amplas variações (NRC, 1981a).

### **Perdas de água**

As perdas de água pelos animais ocorrem principalmente através de: (1) urina, (2) fezes, e (3) evaporação da superfície corporal e trato respiratório, embora bovinos sob estresse e outras espécies possam perder uma significativa quantidade de água através da respiração (BESSE, 1986). Além disso, em animais que recebem dieta restrita em água a taxa de excreção urinária pode usualmente ser reduzida sem comprometer a habilidade dos rins de excretar os resíduos corporais, sendo esta quantidade mínima de água denominada *água obrigatória* (CHURCH et al., 1995).

Com o aumento na temperatura do ar acima da zona de termoneutralidade, ocorrem variações tanto na quantidade de água consumida como na via de perda de água do corpo (NRC, 2001). HUERTAS et al. (1974), verificaram efeito quadrático da temperatura ambiente nas faixas de 12-15°C a 32-35°C sobre o consumo de água por ovinos tosquiados, com a regressão  $\hat{Y} = -983,329 + 1,1625X + 1,6425X^2$ ,  $R^2 = 0,85$ . Merece destaque o fato de que sob condições de estresse calórico os ovinos não apresentaram relação positiva do consumo de água com o CMS, o que também foi constatado por SOUTO et al. (1990b), indicando que o consumo de água está mais relacionado à temperatura ambiente, devendo-se considerar esta relação no estabelecimento das exigências de água por ovinos. Verificou-se aumento na excreção urinária com o aumento da temperatura ambiente, provavelmente como mecanismo de dissipação de calor corporal associado a outros processos de regulação térmica.

Na Tabela 6 está apresentado o efeito da temperatura ambiente sobre as vias de perdas de água por vacas de leite consumindo água à vontade. Estes dados indicam um aumento na excreção urinária de 73,1% e uma redução da

água fecal de 82,1% sob estresse térmico. BACCARI JR. et al. (1980), ao aumentarem a temperatura ambiente de 30,5°C para 34,3°C e o ITU de 77 para 82% verificaram incremento de 43% no consumo de água por novilhas holandesas.

Tabela 6 – Efeito da temperatura ambiente sobre as vias de perda de água por vacas de leite

Parâmetro	Temperatura ambiente	
	18°C	32°C
Peso vivo (kg)	641	622
Consumo de alimento (kg/dia)	36,3	25,2
Volume urinário (l/dia)	17,5	30,3
Água fecal (kg/dia)	21,3	11,7
Vaporização total (g/h)	1.133	1.174
Total de água do corpo (%)	64,5	67,9
Fluidos extravasculares (%)	59,0	61,5
Volume plasmático (%)	3,9	4,4
Metabolismo basal (kcal/dia)	798	672
Água metabólica (kg/dia)	2,5	2,1
Temperatura retal (°C)	38,5	39,2

Fonte: adaptada de CHURCH et al. (1995).

As perdas de água pelas fezes são substanciais nos ruminantes, aproximadamente equivalente às perdas urinárias. A natureza das dietas dos ruminantes, em geral com elevado teor de fibra, requer proporcionalmente mais água para carrear o alimento ingerido através do trato gastrointestinal que nos não ruminantes. O teor de fibra não é, todavia, razão suficiente para explicar o teor de água nas fezes. Por exemplo, as fezes bovinas contêm 75-85% de água, enquanto as fezes de caprinos e ovinos possuem 60 a 65% de água. A habilidade para reabsorver água no trato inferior e excretar péletes fecais mais secos é presumivelmente um mecanismo de conservação de água em pequenos ruminantes (NRC, 1981a).

As perdas de água pelo trato respiratório são extremamente variáveis, dependendo da umidade relativa e taxa respiratória. O ar expirado é saturado em água em cerca de 90%, assim, sob condições de baixa umidade relativa, as perdas respiratórias são elevadas. Por outro lado, as perdas são baixas quando o ar inspirado está próximo à saturação. Quando a frequência respiratória aumenta em resposta à elevação da temperatura ou a outro estímulo comportamental, a taxa de perda de água pela respiração é aumentada, isto é, bovinos podem perder 23 ml/m<sup>2</sup>/h a 27°C e até 50 ml/m<sup>2</sup>/h sob estresse térmico severo (NRC, 1981a).

Apesar da perda de calor por sudorese ser 400% superior à perda por via respiratória (CHURCH et al., 1995), há grandes diferenças entre espécies na importância da sudorese por ruminantes domésticos, ranqueada em ordem decrescente por bovinos, bubalinos, caprinos e ovinos (SILVA, 2000). A resposta dos zebuínos em termos de sudorese é mais rápida que dos taurinos, obtendo-se para Brahman 294 g/m<sup>2</sup>/h/°C, para Shorthorn 194 g/m<sup>2</sup>/h/°C e para mestiços 146 g/m<sup>2</sup>/h/°C (FINCH et al., 1982). Neste sentido, SILVA (2000) afirma que quanto maior a resposta de um animal em termos de sudorese, maior o tempo gasto pelo mesmo pastando ao sol (Tabela 7).

Tabela 7 - Tempo de permanência ao sol por bovinos, conforme a resposta em termos de sudorese

Resposta da sudação (g/m <sup>2</sup> /h/°C)	Tempo total sob o sol (horas)
100	8,5
150	9,0
200	9,5
300	10,0
400	10,5
570	11,7

Fonte: SILVA (2000), a partir de dados de FINCH et al. (1982).

### **Fatores que afetam o consumo de água**

Há vários fatores que influenciam o consumo de água, tais como espécie animal, condição fisiológica do animal, nível de CMS, forma física da dieta, disponibilidade de água, qualidade da água, temperatura da água oferecida, e temperatura ambiente (NRC, 1981a).

### **Diferença interespecíficas**

Segundo o NRC (1970), os bovinos de corte *B. indicus*, em média, consomem menos água que os *B. taurus*. Embora alguns trabalhos apresentem variações no consumo de água entre taurinos e zebuínos, segundo o NRC (1981a), quando os dados são expressos com base no tamanho metabólico e de CMS, as diferenças interespecíficas tornam-se desprezíveis.

Diferenças no consumo de água entre ovinos e bovinos podem ser amplas, devido a alguns fatores já discutidos, embora futuras pesquisas devam ser realizadas para explicar as diferenças potenciais entre *B. indicus* e *B. taurus* e entre bovinos e bubalinos (NRC, 1981a).

### **Estágio fisiológico**

Ovinos jovens geralmente apresentam maior consumo de água por quilograma de MS ingerida que animais mais velhos (AFRC, 1980). Ovelhas prenhes de gêmeos consomem o dobro da quantidade de água que ovelhas não prenhes ou com apenas um feto, 138% acima das ovelhas não prenhes. Quando corrigido para conteúdo de água do leite, ovelhas lactantes consomem 100 a 164% mais água que ovelhas secas (FORBES, 1968; citado pelo NRC, 1981a). Ovelhas no final da prenhez, prenhes de um e dois fetos, sob temperatura ambiente superior a 20°C apresentam consumo de água 13,5 e 34,7%, respectivamente, maior que no meio da gestação (AFRC, 1980). O AFRC (1980) representa um bom referencial para a quantificação de água para ruminantes segundo o estágio fisiológico, devendo ser consultado neste sentido. Segundo o NRC (1970), vacas em lactação consomem mais água que vacas secas.

## **Frequência de bebida de água**

Quando bovinos em pastejo têm água à vontade bebem 2 a 8 vezes em 24 horas (NRC, 1981a). Em geral, o consumo de água, particularmente por vacas em lactação, depende da disponibilidade. Sob condições de pastejo extensivo em áreas secas, o consumo de água por ovinos ou bovinos reduz com a distância à fonte de água. O consumo de água por ovinos reduziu significativamente, cerca de 7,8 g/kg, quando a distância entre alimento e água aumentou de 2,4 para 5,6 km (DAWS e SQUIRES, 1974).

Caprinos em pastagem nativa rebaixada durante a estação seca, quando a temperatura média era 28,5°C e a máxima 35,5°C e a umidade relativa do ar 57%, consumiram água duas vezes ao dia, em curtos períodos, a primeira antes das 12 horas e a segunda à tarde (OLIVEIRA e OLIVEIRA, 1992).

A forma física da dieta influencia o consumo de água (Tabela 8). Quando a alfafa foi fornecida sob a forma de feno ou silagem, novilhas da raça holandesa, alimentadas com silagem, apresentaram maior consumo total de água (água livre + água do alimento) e secretaram mais urina que as novilhas alimentadas apenas com feno. Os teores de NaCl na água de bebida influencia substancialmente o consumo de água, ocorrendo interação entre o consumo de água quanto ao teor de NaCl e a temperatura ambiente (WEETH e HAVERLAND, 1961).

Níveis de proteína e NaCl na dieta também influenciam o consumo de água (HIGGINBOTHAM et al., 1989), com destaque para a qualidade da proteína quanto à degradabilidade, uma vez se verificar aumento no consumo de água de até 15% quando a dieta com 18,5% de PB teve sua degradabilidade aumentada de 58,3% para 65,3% (HIGGINBOTHAM et al., 1989).

Tabela 8 – Efeito da dieta sobre o consumo de água por novilhas da raça Holandesa

	Experimento 1: Manutença			
	Feno de alfafa	Feno Peletizado	½Feno: ½grão	45%Feno: 55%Silagem
Água consumida (kg/kgMS)				
Água no alimento	0,14	0,14	0,14	1,40
Água de bebida	3,57	3,10	3,16	2,84
Total de água ingerida	3,71	3,24	3,30	4,25
	Experimento 2			
	Feno		Silagem	
	À vontade	Mantença	À vontade	Mantença
Água consumida (kg/kgMS)				
Água no alimento	0,11	0,12	3,38	3,38
Água de bebida	3,36	3,66	1,55	1,38
Total de água ingerida	3,48	3,79	4,93	4,76
Urina (kg/kg de água ingerida)	0,93	1,14	1,85	1,68

Fonte: WALDO et al. (1965).

### Temperatura da água

A temperatura da água de beber tem apenas um ligeiro efeito no comportamento e desempenho animal (NRC, 2001). O resfriamento da água de beber a 10°C apresentou um rápido efeito na redução da temperatura corporal, com duração por cerca de 2,2 horas, mas não afetou a produção de leite em relação à produção com água a 28°C (STERMER et al., 1986). Em outros trabalhos, o resfriamento da água a 10°C aumentou a produção de leite (MILAM et al., 1986; WILKS et al., 1990) e o CMS (WILKS et al., 1990), no entanto, em muitas condições, estas respostas não justificariam os custos adicionais para resfriamento da água (NRC, 2001). No entanto, MILAM et al. (1986), afirmam que se o resfriamento da água resultar em aumento do consumo de alimento e produção de leite, esta prática pode resultar em relevância econômica em áreas com elevada temperatura ambiente e umidade relativa. O efeito da temperatura da água em relação ao seu consumo é variável (NRC, 1981a). Fornecendo-se água à vontade, vacas de leite preferem

ingerir água com temperatura moderada (17–28° C) em relação à água fria ou quente (LANHAM et al., 1986; WILKS et al., 1990).

Quando bovinos da raça Hereford foram agrupados em lote seco onde a temperatura máxima diária era 38°C, a redução da temperatura da água de 31°C para 18,3°C resultou em declínio no consumo de água com aumento nos ganhos diários de peso (ITTNER et al., 1951). No entanto, para uma média diária de temperatura ambiente máxima 31°C, não foi verificado efeito do resfriamento da água de 29°C a 18°C sobre o desempenho de bovinos de corte confinados recebendo uma dieta contendo elevada proporção de forragem (HARRIS et al., 1967). MILAM et al. (1986) não verificaram diferença no consumo de água a 10°C (10,5 litros/dia) e 28°C (16,1 litros/dia) por vacas da raça Holandesa, apesar do maior consumo de água a 28°C, sem alterações nas variáveis fisiológicas frequência respiratória e temperatura retal. No entanto, trabalho anterior dos autores (LANHAM et al., 1986) revelou que água de bebida a 10°C reduz a taxa respiratória em vacas Holandesas.

O efeito da temperatura da água de beber esfriada (14°C), normal (23°C) e aquecida (33°C) sobre a temperatura retal, frequência respiratória e consumo de água por machos e fêmeas da raça Holandesa sob condições ambientais de Viçosa, MG, Brasil, com temperatura ambiente 21,8°C (9h) e 26,5°C (15h) e umidade relativa 68,9% (9h) e 49,6% (15h), foi avaliado por BARBOSA et al. (1983), levando à conclusão que a temperatura da água não influenciou os parâmetros fisiológicos, embora a maior ingestão de água tenha se verificado quando do fornecimento de água a 33°C. A variação de temperatura ambiente durante o experimento não indicou desconforto térmico, limitando possíveis efeitos da temperatura da água, e os animais não necessitaram de maiores ingestões de água mais fria ou à temperatura normal para dissipar o excesso de calor corporal.

### **Temperatura ambiente como determinante do consumo de água**

Apesar de vários experimentos demonstrarem correlações positivas entre consumo de água e temperatura ambiente, outros fatores são importantes no estabelecimento das necessidades de água pelos animais (NRC, 1981a).



*Bovinos*: Sob condições térmicas controladas os bovinos tendem a aumentar o consumo de água com o aumento da temperatura, com maior efeito em *B. taurus* que em *B. indicus* (WINCHESTER e MORRIS, 1956), sendo 27°C a temperatura em que maiores variações no consumo por vacas em lactação foram notadas (Tabela 9). Abaixo desta temperatura, o consumo de água é considerado uma função do CMS (WINCHESTER e MORRIS, 1956 e McDOWELL et al., 1969).

Tabela 9 – Consumo de água de beber e NDT por novilhas Pardo-Suíça, Holandesa e Jersey sob várias condições de temperatura\*

Temperatura do ar (°C)	Kg água/kg NDT	Kg NDT/dia	Kg água/dia
2	4,7	4,7	22,1
10	5,2	4,2	22,1
21	7,2	4,2	28,0
27	9,0	4,0	34,7
32	22,2	3,0	53,7
35	24,8	2,9	60,3

\*Média de peso corporal 361 kg (variação de 263 a 417 kg).

Fonte: NRC (1981a).

Segundo o NRC (2001), o consumo de água livre por vacas de leite foi estimado a partir da temperatura e demais condições ambientais, em duas pesquisas (MURPHY et al., 1983 e HOLTER e URBAN JR., 1992), gerando equações para estimativa do consumo de água livre (CAL), a seguir apresentadas:

$$\text{CAL, kg/dia} = 15,99 + 1,58 \times \text{CMS, kg/dia} + 0,9 \times \text{PROD, kg/dia} + 0,05 \times \text{CNa, g} + 1,2 \times \text{TMIN, } ^\circ\text{C}$$

Onde:

CAL = Consumo de água livre;

CMS = Consumo de matéria seca;

PROD = Produção de leite;

CNa = Consumo de Sódio;

TMIN = Média de temperatura mínima semanal.

MURPHY et al. (1983)

$$\text{CAL, kg/dia} = -32,39 + 2,47 \times \text{CMS, kg/dia} + 0,6007 \times \text{PROD, kg/dia} + 0,6205 \times \text{MS, \%} \\ + 0,0911 \times \text{dia juliano} - 0,000257 \times (\text{dia juliano})^2$$

Onde:

CAL = Consumo de água livre;

CMS = Consumo de matéria seca;

PROD = Produção de leite;

MS = Matéria seca total da dieta.

HOLTER e URBAN JR. (1992)

A equação proposta por MURPHY et al. (1983) inclui uma variável associada com a temperatura mínima semanal, indicando um acréscimo de 1,2 kg de água por variação de 1°C na temperatura mínima, com aumento no consumo de água livre em cerca de 25% com aumento da temperatura mínima de 0 para 25°C, enquanto a equação de HOLTER e URBAN JR. (1992) inclui dias julianos para estimativa do consumo de água livre. De 1 a 178 dias, quando se verificou o pico de consumo, houve aumento do consumo de água livre em cerca de 10%. Apesar do ajuste desta equação, as condições climáticas para as quais foi estabelecida são difíceis de repetibilidade em outras regiões, sendo preferível a adoção da equação de MURPHY et al. (1983), que considera a temperatura mínima média semanal.

Sob condições de ambiente controlado, não se tem verificado efeito apreciável da mudança na velocidade do ar de 0,64 para 12,9 km/h no consumo de água a -8, 10, 18 e 27°C (NRC, 1981a).

Associada à temperatura do ar, a exposição à radiação solar direta tem afetado o consumo de água livre (NRC, 2001).

A correlação do consumo de água por bovinos sob condição ambiente é menos clara, devido os fatores de confundimento.

Quando o máximo de temperatura ambiente para bovinos em pastejo varia de 13 a 28°C, o consumo de água é correlacionado positivamente com a temperatura máxima, MS da forragem e horas diárias de luminosidade, mas correlacionado negativamente com a pluviosidade e umidade relativa, como ilustrado na Tabela 10.

Tabela 10 – Correlação entre consumo de água de beber e variáveis climáticas e de produção de vacas da raça Holandesa em lactação

Variável	Coefficiente de correlação	Significância (valor de P)
Máxima temperatura do ar	+0,57	<0,05
Pluviosidade	-0,57	<0,05
Umidade relativa	-0,82	<0,01
Luminosidade	+0,86	<0,01
MS da forragem	+0,52	Ns
Produção de leite	+0,36	Ns

Fonte: NRC (1981a).

Há dificuldade da caracterização das necessidades de água, devido ao confundimento com as mudanças no comportamento animal e à possibilidade de que os animais possam utilizar muita água para manter a sensação de enchimento ruminal, o que pode resultar em reduzida ingestão de alimento. Os dados da Tabela 9 ilustram este fato. O kg de água/kg de NDT consumido aumentou muito rápido acima de 27°C e a ingestão total de água, mas o kg de NDT decresceu em 30%. Não é provável ocorrer sob condições de campo este marcante declínio no consumo de NDT/dia, assim, as estimativas de consumo de água baseadas neste experimento parecem anormalmente altas para recomendações gerais (NRC, 1981a). O consumo de água por vacas de leite segundo a produção de leite, o peso vivo das vacas e a temperatura ambiente estabelecido pelo AFRC (1980) está apresentado na Tabela 11.

A *temperatura prévia* a que os animais estiveram expostos afeta marcadamente o nível de consumo de água. Novilhas Shorthorn transferidas de um ambiente frio (6°C) para uma sala climática com temperatura controlada em 32°C, apresentaram maior aumento no consumo de água que novilhas transferidas de ambiente com temperatura a 32°C. Após os dois grupos terem sido ajustados a 32°C por aproximadamente 10 semanas, o consumo de água tornou-se equilibrado em um nível de 1,8 vezes o nível de consumo do grupo controle sob condições frias. Após a terceira semana de exposição, o consumo de alimento estava no nível de pré-exposição, mas a taxa de ganho de peso vivo foi 12,5% menor que a taxa do grupo controle (0,81 kg/dia).

Tabela 11 - Consumo total de água por vacas em lactação (kg/vaca/dia)

Produção de leite (kg/dia)	Peso vivo (kg)	Temperatura ambiente (°C)			
		-17-+10	11-15	16-20	21-25
10	600	78	81	92	105
	350	52	54	61	70
20	600	88	92	104	119
	350	62	65	73	84
30	600	99	103	116	133
	350	73	76	85	98
40	600	109	113	128	147
	350	88	92	104	119

Fonte: AFRC (1980).

Na Figura 10 verifica-se que a estimativa de consumo de água por bovinos não lactantes (kg de água/kg de MS ingerida) aumenta mais rápido acima de 25°C, devido o início da sudorese e aumento na taxa respiratória. A 35°C ou mais é virtualmente impossível elevar o consumo de alimento. As necessidades fisiológicas estimadas são de 10 kg de água/kg de matéria seca aos 40°C, mas usualmente os bovinos estão tão submetidos ao *distress* que o comportamento torna-se variável, levando a aumentos marcantes no consumo de água (B<sub>1</sub>) ou até mesmo a declínio (B<sub>2</sub>).

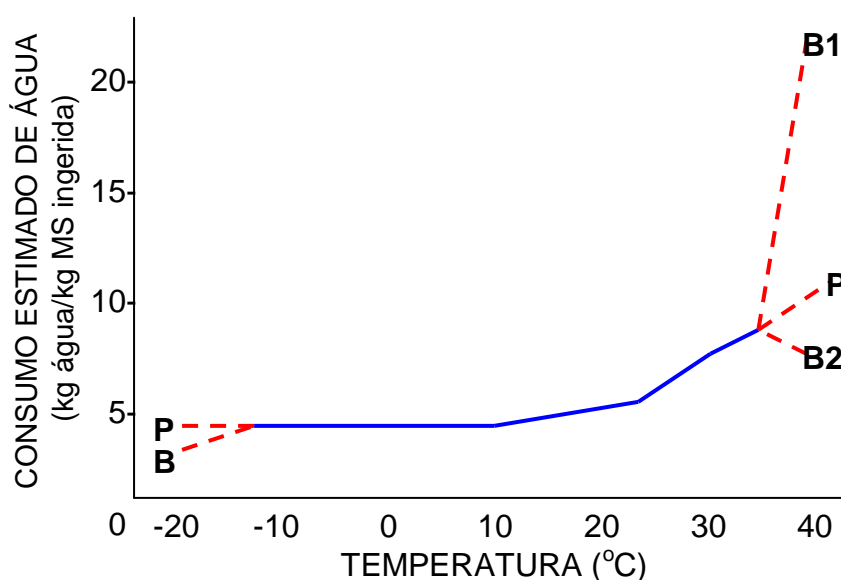


Figura 10 – Estimativas de consumo de água livre por bovinos não lactantes em temperaturas variáveis entre -10 e 35°C; linhas sólidas com extensões

“P” na parte superior e inferior denotam “necessidades fisiológicas”; “B<sub>1</sub>” e “B<sub>2</sub>” indica comportamento em temperatura extrema.

O consumo de água por bovinos aumenta com o incremento da temperatura ambiente até os 35°C, mas a temperaturas superiores reduz o consumo de água devido à inatividade e ao menor CMS. Temperatura inferior a 35° associada à elevada umidade relativa do ar causa efeitos similares. Raramente o nível de estresse acima dos 35°C ocorre durante o dia, sendo mais comum ocorrer abaixo dos 35°C (NRC, 1981a). O aumento extremo no consumo de água na Tabela 11 parece mais uma função da redução no CMS como efeito direto do estresse. Sob temperatura máxima diária de aproximadamente 38°C, o consumo de água por bovinos parece positivamente relacionado com a temperatura, mas a 40°C ou mais, o consumo de água pode declinar ou aumentar rapidamente (DAWS e SQUIRES, 1974).

*Ovinos:* A relação entre consumo de água e temperatura ambiente por ovinos parece um paralelo em relação aos bovinos. O consumo de água por ovinos segundo a categoria animal e a temperatura ambiente estabelecido pelo AFRC (1980) está apresentado na Tabela 12.

Tabela 12 - Consumo de água por ovinos (kg/kg de MS ingerida)

Categoria animal	Temperatura ambiente (°C)		
	< 16	16-20	> 20
Cordeiros com até 4 semanas	4,0	5,0	6,0
Ovino em crescimento ou adulto não prenhe e não lactante	2,0	2,5	3,0
<i>Ovelhas</i>			
Meio da gestação, um feto	2,5	3,1	3,7
Final da gestação, um feto	2,8	3,5	4,2
Meio da gestação, dois fetos	3,3	4,1	4,9
Final da gestação, dois fetos	4,4	5,5	6,6
No primeiro mês de lactação	4,0	5,0	6,0
No segundo mês de lactação	3,0	3,7	4,5
No final da lactação	2,5	3,1	3,7

Fonte: AFRC (1980).

Na Austrália tropical e em outras áreas, vários testes têm sido realizados para avaliar a influência da seca e temperatura sobre a tolerância de vários tipos de ovinos à desidratação. Ovinos Merinos Australianos demonstram ter maior tolerância à falta de água que ovinos de raças Européias (NRC, 1981a).

As necessidades reais de água de bebida são difíceis de estabelecimento, devido à ação de vários fatores. Há relação positiva entre temperatura e quantidade de água consumida pelos animais, visando baixar a temperatura do rúmen, como uma transição para manter o balanço térmico até que os processos fisiológicos possam se ajustar ao novo ambiente. Além disso, animais sob estresse térmico agudo ingerem água para substituir parte do alimento. É muito improvável que as necessidades reais aumentem em 400 a 500% aos 30°C ou acima. No entanto, o consumo de água quantificado apenas como esvaziamento do bebedouro pode sofrer efeito da imersão de parte do corpo dos animais em resposta ao calor ou da evaporação (NRC, 1981a). SOUTO et al. (1990b) verificaram aumento de 346% no consumo de água por ovinos em engorda quando a temperatura ambiente aumentou da faixa dos 22 a 25°C para a faixa dos 32 a 35°C. Neste trabalho houve quantificação da água evaporada do bebedouro para correção deste fator.

A ingestão de água de beber por unidade de MS ingerida geralmente permanece aproximadamente constante até cerca de 27°C. Neste nível, o consumo de água aumenta relativamente rápido em resposta ao estresse, mas após um período de aclimação ou talvez várias semanas, o consumo pode declinar até próximo ao do menor nível térmico. Quando do estabelecimento das exigências de água, deve-se considerar que raramente os animais da fazenda encontram-se sob constante estresse térmico durante todo o dia (NRC, 1981a).

## **LITERATURA CONSULTADA**

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL. AFRC. *Energy and protein requirements of ruminants*. Wallingford, UK: CAB INTERNATIONAL, 1993. 159p.

- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL. ARC. *The nutrient requirements of ruminant livestock*. Slough, England: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1980. 351p.
- ALLEN, M.S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, v.83, n.7, p.1598-1624, 2000.
- ALVES, A.A.; SALES, R.O. Aspectos do manejo nutricional de bubalinos para abate: uma revisão. *Revista Científica de Produção Animal*, v.2, n.2, p.233-248, 2000.
- AMES, D.R.; BRINK, D.R. Effect of temperature on lamb performance and protein efficiency ratio. *Journal of Animal Science*, v.44, n.1, p.136-140, 1977.
- AMES, D.R.; BRINK, D.R.; SCHALLES, R.R. Relationship of temperature and ADG. *Journal of Animal Science*, v.41, n.1, p.262-263, 1975. (Abstr.).
- AMES, D.R.; BRINK, D.R.; WILLMS, C.L. Adjusting protein in feedlot diets during thermal stress. *Journal of Animal Science*, v.50, n.1, p.1-6, 1980.
- AMES, D.R.; NELLOR, J.E.; ADAMS, T. Energy balance during heat stress in sheep. *Journal of Animal Science*, v.32, n.4, p.784-788, 1971.
- ARMSTRONG, D.V. Heat stress interaction with shade and cooling. *Journal of Dairy Science*, v.77, n.7, p.2044-2050, 1994.
- ATTEBERY, J.T.; JOHNSON, H.D. Effect of environmental temperature, controlled feeding and fasting on rumen motility. *Journal of Animal Science*, v.29, n.5, p.734-737, 1969.
- BACCARI JR., F.; JOHNSON, H.D.; HAHN, G.L. Compensatory growth of young dairy heifers subjected to heat stress. *Journal of Animal Science*, v.51, (Suppl. 1), p.4, 1980. (Abstr.).
- BARBOSA, O.R.; CARDOSO, R.M.; COELHO DA SILVA, J.F. et al. Influência da temperatura da água de beber no desempenho de animais 7/8 Holandês-Zebu, na época do verão. I. Temperatura retal, ritmo respiratório e ingestão de água. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v.12, n.1, p.86-96, 1983.
- BARBOSA, O.R.; CARDOSO, R.M.; COELHO DA SILVA, J.F. Influência da temperatura da água de beber no desempenho de animais 7/8 Holandês-Zebu, na época do verão. II. Consumo de alimento, ganho de peso e

- produção de ácidos graxos voláteis. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v.12, n.1, p.97-114, 1983.
- BEEDE, D.K.; COLLIER, R.J. Potential nutritional strategies for intensively managed cattle during thermal stress. *Journal of Animal Science*, v.62, n.2, p.543-554, 1986.
- BERMAN, A.; FOLMAN, Y.; KAIM, M. et al. Upper critical temperatures and forced ventilation effects for high-yielding dairy cows in a subtropical climate. *Journal of Dairy Science*, v.68, n.6, p.1488-1495, 1985.
- BESSE, J. *La alimentación del ganado*. Madrid: Mundi-Prensa, 1986. 379p.
- BHATTACHARYA, A.N.; HUSSAIN, F. Intake and utilization of nutrients in sheep fed different levels of roughage under heat stress. *Journal of Animal Science*, v.38, n.4, p.877-886, 1974.
- BHATTACHARYA, A.N.; UWAYJAN, M. Effect of high ambient temperature and low humidity on nutrient utilization and on some physiological responses in Awasi sheep fed different levels of roughage. *Journal of Animal Science*, v.40, n.2, p.320-328, 1975.
- BRINK, D.R.; AMES, D.R. Effect of ambient temperature on lamb performance. *Journal of Animal Science*, v.41, n.1, p.264, 1975. (Abstract).
- BROUWER, E. Report of subcommittee on constants and factors. *Proc. of 3rd. International Symposium on Energy Metabolism*, European Association of Animal Production. Publ. N°. 11, p.441, 1965.
- CHURCH, D.C.; POND, K.R.; POND, W.G. *Basic animal nutrition and feeding*. 4.ed., New York: John Wiley & Sons, 1995. 624p.
- CUMMINS, K.A. Effect of dietary acid detergent fiber on responses to high environmental temperature. *Journal of Dairy Science*, v.75, n.6, p.1465-1471, 1992.
- CUNNINGHAM, M.D.; MARTZ, F.A.; MERILAN, C.P. Effect of drinking-water temperature upon ruminant digestion, intraruminal temperature, and water consumption of nonlactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.47, n. , p.382-385, 1964.
- DAWS, G.T.; SQUIRES, V.R. Observations on the effects of temperature and distance to water on the behaviour of Merino and Border Leicester sheep. *Journal of Agricultural Science*, v.82, n.3, p.383-390, 1974.



- DEVENDRA, C.; BURNS, M. *Goat production in the tropics*. UK: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1983. 183p.
- EASTRIDGE, M.L.; BUCHOLTZ, H.F.; SLATER, A.L. et al. Nutrient requirements for dairy cattle of the National Research Council versus some commonly used ration software. *Journal of Dairy Science*, v.81, n.11, p.3049-3062, 1998.
- ELAM, C.J. Problems related to intensive indoor and outdoor beef production systems. *Journal of Animal Science*, v.32, n.3, p.554-559, 1971.
- FINCH, V.A. Body temperature in beef cattle: its control and relevance to production in the tropics. *Journal of Animal Science*, v.62, n.2, p.531-542, 1986.
- FINCH, V.A.; BENNETT, I.L.; HOLMES, C.R. Sweating responses in cattle and its relation to rectal temperature, tolerance of sun and metabolic rate. *Journal of Agricultural Science*, v.99, p.479-487, 1982.
- FORBES, J. Water intake of ewes. *British Journal Nutrition*, v.22, p.33, 1968.
- FOX, D.G.; BLACK, J.R. A system for predicting body composition and performance of growing cattle. *Journal of Animal Science*, v.58, n.3, p.725-739, 1984.
- FOX, D.G.; TYLUTKI, T.P. Accounting for the effects of environment on the nutrient requirements of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, v.81, n.11, p.3085-3095, 1998.
- GENGLER, W.R.; MARTZ, F.A.; JOHNSON, H.D. et al. Effect of temperature on food and water intake and rumen fermentation. *Journal of Dairy Science*, v.53, p.434-437, 1970.
- GUIMARÃES, C.M.C. *Termorregulação e digestibilidade em bubalinos submetidos a duas temperaturas do ar e duas proporções de volumoso:concentrado*. Lavras, MG: Universidade Federal de Lavras - UFLA, 1998. 64p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, 1998.
- HAALAND, G.L., TYRRELL, H.F.; MOE, P.W. The effect of dietary protein level and cattle breed on energy utilization of corn-corn silage diets for growth assessed by respiration calorimetry. *Journal of Animal Science*, v.52, (Suppl. 1), p.403, 1981. (Abstr.).

- HAALAND, G.L.; TYRRELL, H.F.; MOE, P.W. The effect of dietary protein and cattle breed on energy utilization for growth. *Journal of Animal Science*, v.51, (Suppl. 1), p.365, 1980. (Abstr.).
- HAHN, G.L. Housing and management to reduce climatic impacts on livestock. *Journal of Animal Science*, v.52, n.1, p.175-186, 1981.
- HARRIS, R.R.; YATES, H.F.; BARNETT JR., J.E. Refrigerated water for fattening steers. *Journal of Animal Science*, v.26, n.1, p.207-208, 1967.
- HIGGINBOTHAM, G.E.; TORABI, M.; HUBER, J.T. Influence of dietary protein concentration and degradability on performance of lactating cows during hot environmental temperatures. *Journal of Dairy Science*, v.72, n.10, p.2554-2564, 1989.
- HOFFMAN, P.C.; BREHM, N.M.; HOWARD, W.T. et al. The influence of nutrition and environment on growth of Holstein replacement heifers in commercial dairy herds. *Professional Animal Science*, v.10, p.59-65, 1994.
- HOLTER, J.B.; WEST, J.W.; MCGILLARD, M.L. Predicting *ad libitum* dry matter intake and yield of Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, v.80, n.9, p.2188-2199, 1997.
- HOLTER, J.B.; URBAN JR., W.E. Water partitioning and intake prediction in dry and lactating Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, v.75, n.6, p.1472-1479, 1992.
- HUBER, J.T.; HIGGINBOTHAM, G.; GOMEZ-ALARCON, R.A. et al. Heat stress interactions with protein, supplemental fat, and fungal cultures. *Journal of Dairy Science*, v.77, n.7, p.2080-2090, 1994.
- HUBER, J.T.; HIGGINBOTHAM, G.; GOMEZ-ALARCON, R.A. et al. Heat stress interactions with protein, supplemental fat, and fungal cultures. *Journal of Dairy Science*, v.77, n.7, p.2080-2090, 1994.
- HUERTAS, A.A.G.; COELHO DA SILVA, J.F.; CAMPOS, O.F. et al. Efeito da temperatura ambiente sobre o consumo, a digestibilidade e a retenção de nutrientes em ovinos. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v.3, n.2, p.245-266, 1974.
- ITTNER, N., KELLY, C., GUILBERT, H. Water consumption of Hereford and Brahman cattle and the effect of cooled drinking water in a hot climate. *Journal of Animal Science*, v.10, p.742, 1951.

- JOHNSON, H.D.; VANJONACK, W.J. Effects of environmental and other stressors on blood hormone patterns in lactating cows. *Journal of Dairy Science*, v.59, p.1603, 1976.
- JOHNSON, J.C., SOUTHWELL, B.L., GIVENS, R.L. et al. Interrelationships of certain climatic conditions and productive responses of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.45, p.695, 1962.
- JOHNSTON, J.E.; HINDERY, G.A.; HILL, D.H. et al. Factors concerned in hot weather effects on growth and feed efficiency of dairy heifers. *Journal of Dairy Science*, v.44, n.5, p.976, 1961.
- KENNEDY, P.M.; YOUNG, B.A.; CHRISTOPHERSON, R.J. Studies on the relationship between thyroid function, cold acclimation and retention time of digesta in sheep. *Journal of Animal Science*, v.45, n.5, p.1084-1090, 1977.
- KETELAARS, J.J.M.H; TOLKAMP, B.J. Toward a new theory of feed intake regulation in ruminants. 1. Causes of differences in voluntary intake: critique of current views. *Livestock Production Science*, v.30, p.269-296, 1992.
- KLEIBER, M. *The fire of life*. New York: John Wiley and Sons Inc., 1961. 428p.
- LANHAM, J.K.; COPPOCK, C.E.; MILAM, K.Z. et al. Effects of drinking water temperature on physiological responses of lactating Holstein cows in summer. *Journal of Dairy Science*, v.69, n.4, p.1004–1012, 1986.
- LAREDO, M.A.; MINSON, D.J. The voluntary intake, digestibility and retention time by sheep of leaf and stem fractions of five grasses. *Australian Journal of Agricultural Research*, v.24, n.6, p.875-888, 1973.
- LOFGREEN, G.P.; GARRETT, W.W. A system for expressing net energy requirements and feed values for growing and finishing beef cattle. *Journal of Animal Science*, v.27, n.3, p.793-806, 1968.
- MALOY, G.M.O.; TAYLOR, C.R. Water requirements of African goats and haired sheep. *Journal of Agricultural Science*, v.77, p.203-208, 1971.
- MAUST, L.E.; McDOWELL, R.E.; HOOVEN, N.W. Effect of summer weather on performance of Holstein cows in three stages of lactation. *Journal of Dairy Science*, v.55, n.8, p.1133-1139, 1972.
- McDOWELL, R.E. HOOVEN, N.W., CAMOENS, J.K. Effect of climate on performance of Holsteins in first lactation. *Journal of Dairy Science*, v.59, p.956, 1976.

- McDOWELL, R.E.; HERNANDEZ-URDANETA, A. Intensive systems for beef production in the tropics. *Journal of Animal Science*, v.41, p.1228, 1975.
- McDOWELL, R.E.; LEE, D.H.K.; FOHRMAN, M.H. The measurement of water evaporation from limited areas of a normal body surface. *Journal of Animal Science*, v.13, p.405, 1954.
- McDOWELL, R.E.; MOODY, E.G.; VAN SOEST, P.J. et al. Effect of heat stress on energy and water utilization of lactating cows. *Journal of Dairy Science*, v.52, n.2, p.188-194, 1969.
- MERTENS, D.R.; ELY, L.O. A dynamic model of fiber digestion and passage in the ruminant for evaluating forage quality. *Journal of Animal Science*, v.49, n.4, p.1085-1095, 1979.
- MILAM, K.Z.; COPPOCK, C.E.; WEST, J.W. et al. Effects of drinking water temperature on production responses in lactating Holstein cows in summer. *Journal of Dairy Science*, v.69, n.4, p.1013–1019, 1986.
- MILLER, J.K.; SWANSON, E.W.; LYKE, W.A. et al. Effect of thyroid status on digestive tract fill and flow rate of undigested residues in cattle. *Journal of Dairy Science*, v.57, n.2, p.193-197, 1974.
- MOODY, E.G.; VAN SOEST, P.J.; McDOWELL, R.E. et al. Effect of high temperature and dietary fat on performance of lactating cows. *Journal of Dairy Science*, v.50, n.12, p.1909-1916, 1967.
- MOOSE, M.G.; ROSS, C.V.; PFANDER, W.H. Nutritional and environmental relationships with lambs. *Journal of Animal Science*, v.29, n.4, p.619-627, 1969.
- MOUNT, L.E. Concepts of thermal neutrality. In: *Heat loss from animals and man*. MONTEITH, J.L., MOUNT, L.E. eds. Butterworth, London, 1974.
- MURPHY, M.R.; DAVIS, C.L.; McCOY, G.C. Factors affecting water consumption by Holstein cows in early lactation. *Journal of Dairy Science*, v.66, n.1, p.35–38, 1983.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. NRC. *Effect of environment on nutrient requirements of domestic animals*. Washington D.C.: National Academy Press, 1981a. 152p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. NRC. *Nutrient requirements of beef cattle*. 4<sup>th</sup> ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1970. 55p.

- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. NRC. *Nutrient requirements of beef cattle*. 6<sup>th</sup> ed. Rev., Washington, D.C.: National Academy Press, 2000. 232p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. NRC. *Nutrient requirements of beef cattle*. 5<sup>th</sup> ed., Washington, D.C.: National Academy Press, 1976.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. NRC. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 6<sup>th</sup>.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1989. 157p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. NRC. *Nutrient requirements of dairy cattle*. Washington, D.C.: National Academy Press, 2001. 381p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. NRC. *Nutrient requirements of goats: angora, dairy, and meat goats in temperate and tropical countries*. Washington, D.C.: National Academy Press, 1981b. 91p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. NRC. *Nutrient requirements of sheep*. Washington, D.C.: National Academy Press, 1985. 99p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. NRC. *Nutritional energetics of domestic animals and glossary of energy terms*. Washington, D.C.: National Academy Press, 1981c. 54p.
- OLDHAM, J.D. Protein-energy interrelationships in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.67, p.1090, 1984.
- OLIVEIRA NETO, J.B.; MOURA, A.A.A.; NEIVA, J.N.M. et al. Indicadores de estresse térmico e utilização da somatotropina bovina (bST) em vacas leiteiras mestiças (*Bos taurus* x *Bos indicus*) no semi-árido do Nordeste. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.30, n.2, p.360-367, 2001.
- OLIVEIRA, E.G.; OLIVEIRA, M.E. Comportamento e dieta de caprinos no período seco em pastagem nativa. In: SIMPÓSIO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS: Pesquisa com Caprinos e Ovinos no CCA, Teresina, 1992. *Anais...* Teresina: CCA/UFPI, 1992. p.31-39.
- OLIVEIRA, J.S.; MILAGRES, J.C.; CARDOSO, R.M. et al. Comportamento de novilhas de três graus de sangue, expostas ao sol e à sombra, em Viçosa, M.G. II. Componentes sangüíneos e ganhos de peso. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v.9, n.1, p.72-89, 1980a.
- OLIVEIRA, J.S.; MILAGRES, J.C.; GARCIA, J.A. et al. Comportamento de novilhas de três graus de sangue, expostas ao sol e à sombra, em Viçosa, M.G. I. Temperatura retal e ritmo respiratório. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v.9, n.1, p.46-71, 1980b.

- ØRSKOV, E.R.; RYLE, M. *Energy nutrition in ruminants*. New York: Elsevier Science Publishers, 1990. 149p.
- OSBOURN, D.F.; TERRY, R.A.; OUTEN, G.E. et al. The significance of a determination of cell walls as the rational basis for the nutritive evaluation of forages. *Proc. 12<sup>th</sup> International Grassland Congress*, v.3, p.374-380, 1974.
- PENNINGTON, J.A.; VANDEVENDER, K. *Heat stress in dairy cattle*. University of Arkansas/Division of Agriculture/Cooperative Extension Service, 2002. 3p. <[http://www.uaex.edu/Other\\_Areas/publications/PDF/FSA-3040.pdf](http://www.uaex.edu/Other_Areas/publications/PDF/FSA-3040.pdf)>. Acesso em: 6 mar. 2003.
- PIRES, M.F.A; CAMPOS, A.T.; FERREIRA, A.M. Importância do conforto, ambiente e instalações no manejo de matrizes leiteiras. In: SIMPÓSIO – O AGRONEGÓCIO DO LEITE NO NORDESTE: ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS E PERSPECTIVAS DE MERCADO, 1988, Natal. Anais... Natal, 1998. p.266-282.
- REA, J. C.; ROSS, C.V. Effect of environmental temperature on gains feed efficiency and digestibility of feed by lambs. *Journal of Animal Science*, v.20, n.4, p.948-949, 1961. (Abstract).
- SCHNEIDER, P.L.; BEEDE, D.K.; WILCOX, C.J. et al. Influence of dietary sodium and potassium bicarbonate and total potassium on heat-stressed lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.67, n.11, p.2546-2553, 1984.
- SCHRAMA, J.W. *Energy Metabolism of Young Unadapted Calves*. Ph.D. thesis, Department of Animal Husbandry and Department of Animal Nutrition, Wageningen, The Netherlands: Wageningen Agricultural University, 1993. 156p.
- SILVA, R.G. Introdução à bioclimatologia animal. São Paulo: Nobel, 2000. 286p.
- SODERQUIST, H.G.; KNOX, K.L. Temperature-energy relationships in fattening lambs. *Journal of Animal Science*, v.26, n.4, p.930, 1967. (Abstr.).
- SOUTO, P.R.L.; MILAGRES, J.C.; COELHO DA SILVA, J.F. Consumo, digestibilidade, reações fisiológicas e componentes sanguíneos de ovinos submetidos a diferentes temperaturas e a dietas com diferentes níveis de energia. II. Reações fisiológicas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.25, n.9, p.1252-1259, 1990a.

- SOUTO, P.R.L.; MILAGRES, J.C.; SILVA, M.A. et al. Consumo, digestibilidade, reações fisiológicas e componentes sangüíneos de ovinos submetidos a diferentes temperaturas e a dietas com diferentes níveis de energia. I. Consumo de alimento e ingestão de água. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.25, n.9, p.1247-1251, 1990b.
- STERMER, R.A.; BRASINGTON, C.F.; COPPOCK, C.E. et al. Effect of drinking water temperature on heat stress of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.69, n.2, p.546–551, 1986.
- STOTT, G.H. What is animal stress and how is it measured?. *Journal of Animal Science*, v.52, n.1, p.150-153, 1981.
- TEIXEIRA, J.C.; COELHO DA SILVA, J.F.; GARCIA, J.A. et al. Exigências de energia e proteína, composição e área corporal e principais cortes de carcaça em seis grupos genéticos de bovídeos. II-Exigências de energia e proteína. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v.16, n.2, p.181-192, 1987.
- TOLKAMP, B.J.; KETELAARS, J.J.M.H. Toward a new theory of feed intake regulation in ruminants. 2. Costs and benefits of feed consumption: a optimization approach. *Livestock Production Science*, v.30, p.297-313, 1992.
- VAN SOEST, P.J. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2<sup>th</sup> ed. Ithaca, New York: Cornell University, 1994. 476p.
- VON KEYSERLINGK, G.E.M.; MATHISON, G.W. The effect of ruminal escape protein and ambient temperature on the efficiency of utilization of metabolizable energy by lambs. *Journal of Animal Science*, v.71, n.8, p.2206-2217, 1993.
- WALDO, D.R.; MILLER, R.W.; OKAMOTO, M. et al. Ruminant utilization of silage in relation to hay, pellets, and hay plus grain. II. Rumen content, dry matter passage and water intake. *Journal of Dairy Science*, v.48, n.11, p.1473-1480, 1965.
- WARREN, W.P.; MARTZ, F.A.; ASAY, K.H. et al. Digestibility and rate of passage by steers fed tall fescue, alfalfa and orchardgrass hay in 18 and 32 C ambient temperatures. *Journal of Animal Science*, v.39, n.1, p.93-96, 1974.

- WEETH, H.J.; HAVERLAND, L.H. Tolerance of growing cattle for drinking water containing sodium chloride. *Journal of Animal Science*, v.20, n.3, p.518-521, 1961.
- WELCH, J.G.; SMITH, A.M. Influence of forage quality on rumination time in sheep. *Journal of Animal Science*, v.28, n.6, p.813-818, 1969.
- WEST, J.W. *Balancing diets for dairy cattle during heat stress conditions*. In: FLORIDA RUMINANT NUTRITION SYMPOSIUM, 1997, Flórida. *Proceedings...* Flórida: University of Florida, 1997. Disponível em: <<http://www.animal.ufl.edu/extension/dairy/Pubs/PDFs/flnutr.pdf>>. Acesso em: 3 mar. 2003.
- WEST, J.W. Interactions of energy and bovine somatotropin with heat stress. *Journal of Dairy Science*, v.77, n.7, p.2091-2102, 1994.
- WEST, J.W.; COPPOCK, C.E.; MILAM, K.Z. et al. Potassium carbonate as a potassium source and dietary buffer for lactating Holstein cows during hot weather. *Journal of Dairy Science*, v.70, n.2, p.309-320, 1987.
- WILKS, D.L.; COPPOCK, C.E.; LANHAM, J.K. et al. Responses of lactating Holstein cows to chilled drinking water in high ambient temperatures. *J. Dairy Sci.*, v.73, p.1091–1099, 1990.
- WINCHESTER, C.F.; MORRIS, M.J. Water intake rates of cattle. *Journal of Animal Science*, v.15, n.3, p.722-740, 1956.
- YOUNG, B.A. Cold stress as it affects animal production. *Journal of Animal Science*, v.52, n.1, p.154-163, 1981.
- YOUNG, B.A. Effects of winter acclimatization on resting metabolism of beef cows. *Canadian Journal of Animal Science*, v.55, p.619-625, 1975a.
- YOUNG, B.A. Temperature-induced changes in metabolism and body weight of cattle (*Bos taurus*). *Canadian Physiology and Pharmacology*, v.53, p.947-953, 1975b.



